

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

INTRODUÇÃO

Luís Morgado

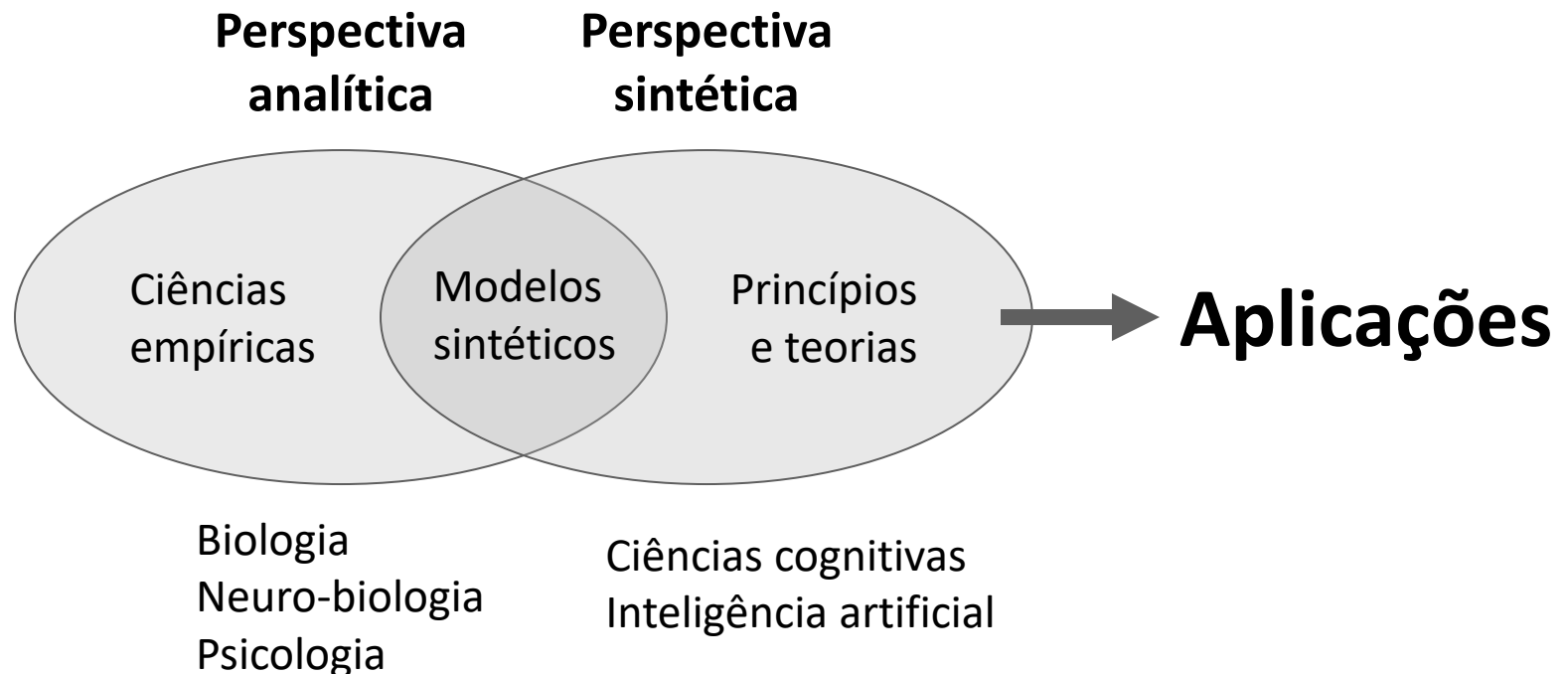
2023

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Inteligência artificial é uma área científica que estuda o desenvolvimento de sistemas computacionais capazes de comportamento inteligente

Adopta duas perspectivas principais:

- **Analítica:** por via empírica (baseada na prática, com experiências e observações) desenvolver modelos e teorias para explicar os fenômenos observados e reproduzir esses fenômenos em sistemas artificiais (dispositivos criados para o efeito)
- **Sintética:** com base nesses modelos e teorias, desenvolver sistemas capazes de apresentar características e comportamentos associados ao conceito de inteligência



PRINCIPAIS PARADIGMAS DE IA

Paradigma, refere-se a um conjunto de ideias, conceitos ou modelos que servem de base e orientam a forma de abordar questões e problemas numa determinada área e de conceber as respectivas soluções

SIMBÓLICO

A inteligência é resultante da acção de processos computacionais sobre estruturas simbólicas

No paradigma simbólico os símbolos (elementos discretos de representação de informação) são centrais no processamento de informação e na representação de conceitos relacionados com o domínio de um problema (no caso geral, o mundo real) sob a forma de estruturas simbólicas

CONEXIONISTA

A inteligência é uma propriedade emergente das interacções de um número elevado de unidades elementares de processamento interligadas entre si

No paradigma conexionista o processamento de informação é baseado em redes de unidades de processamento elementares (designadas neurónios) interligadas entre si, sendo a informação mantida e processada nessas redes de forma distribuída, em particular nas ligações entre neurónios, em vez de símbolos

COMPORTAMENTAL

A inteligência resulta do comportamento individual e conjunto de múltiplos sistemas a diferentes escalas de organização tendo por base relações entre estímulos e respostas

No paradigma comportamental o processamento de informação é baseado em relações entre estímulos e respostas, modeladas sob a forma de reacções e de comportamentos (conjuntos estruturados de reacções)

PARADIGMA SIMBÓLICO

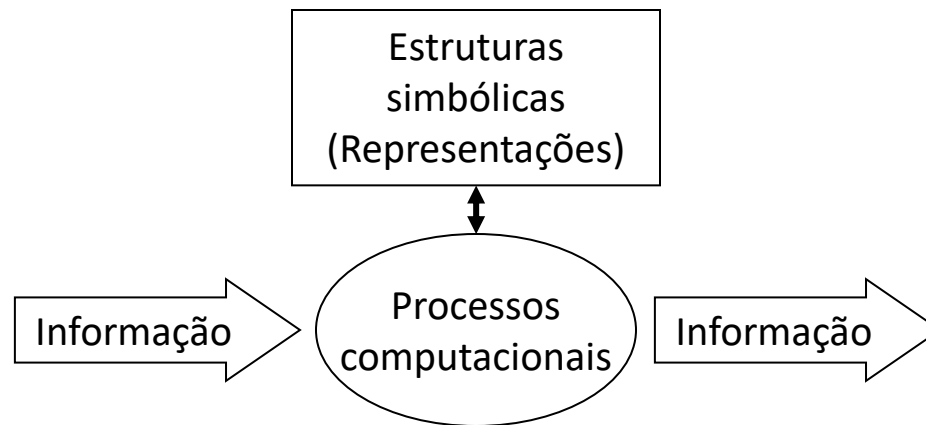
HIPÓTESE DO SISTEMA DE SÍMBOLOS FÍSICO

(Alan Newell e Herbert Simon, 1976)

Um **sistema de símbolos físico** tem os **meios necessários e suficientes** para a **actividade inteligente em geral**

Independentemente desta conjectura ser ou não verdade a computação simbólica tornou-se um dos suportes principais da inteligência artificial

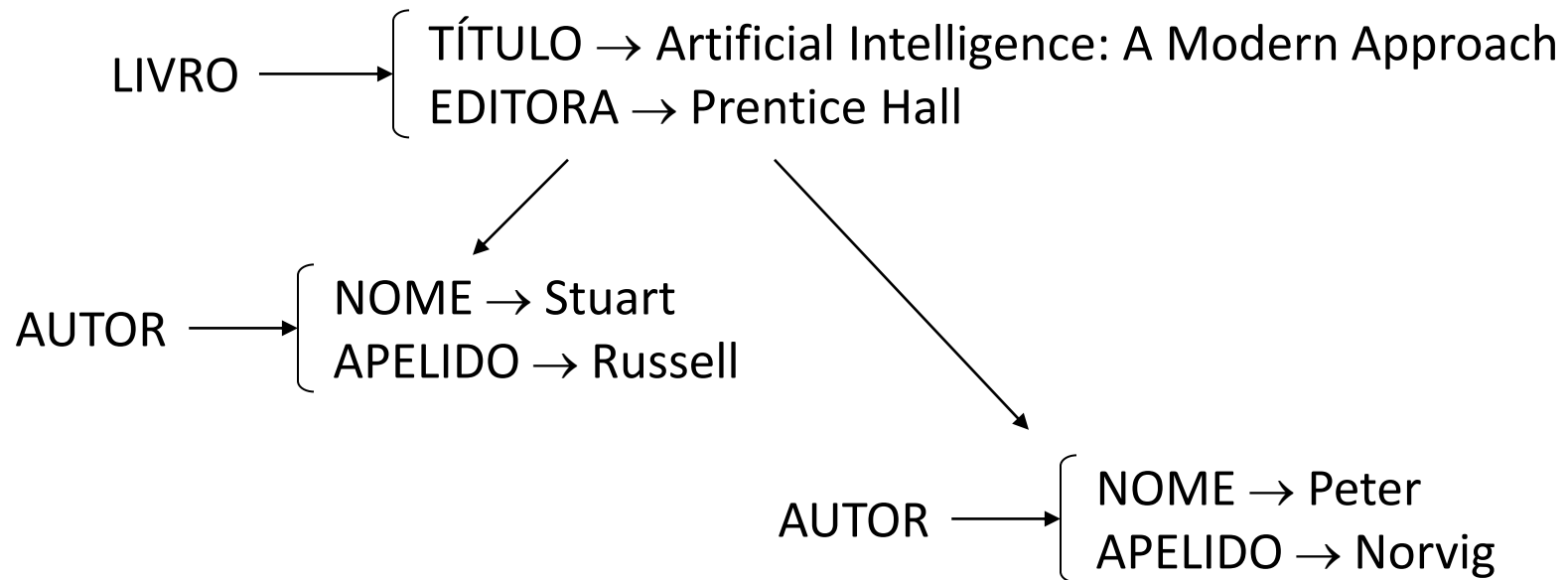
INTELIGÊNCIA = PROCESSOS + ESTRUTURAS SIMBÓLICAS



REPRESENTAÇÃO SIMBÓLICA

REPRESENTAÇÕES SIMBÓLICAS

ESTRUTURAS DE SÍMBOLOS

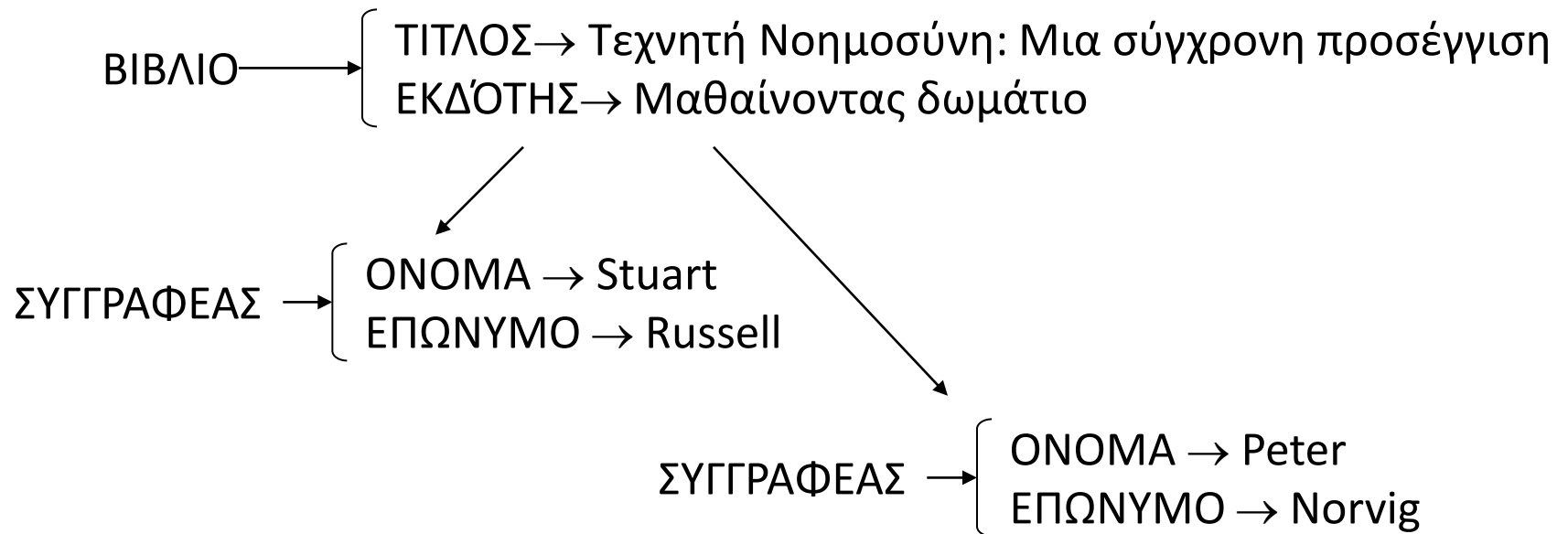


SÍMBOLOS

SIGNIFICADO ?

REPRESENTAÇÕES SIMBÓLICAS

ESTRUTURAS DE SÍMBOLOS



SÍMBOLOS

SIGNIFICADO ?

REPRESENTAÇÕES SIMBÓLICAS

SÍMBOLOS COMO REPRESENTAÇÃO DA REALIDADE

FLORESTA



ΔΑΣΙΚΗ



森林

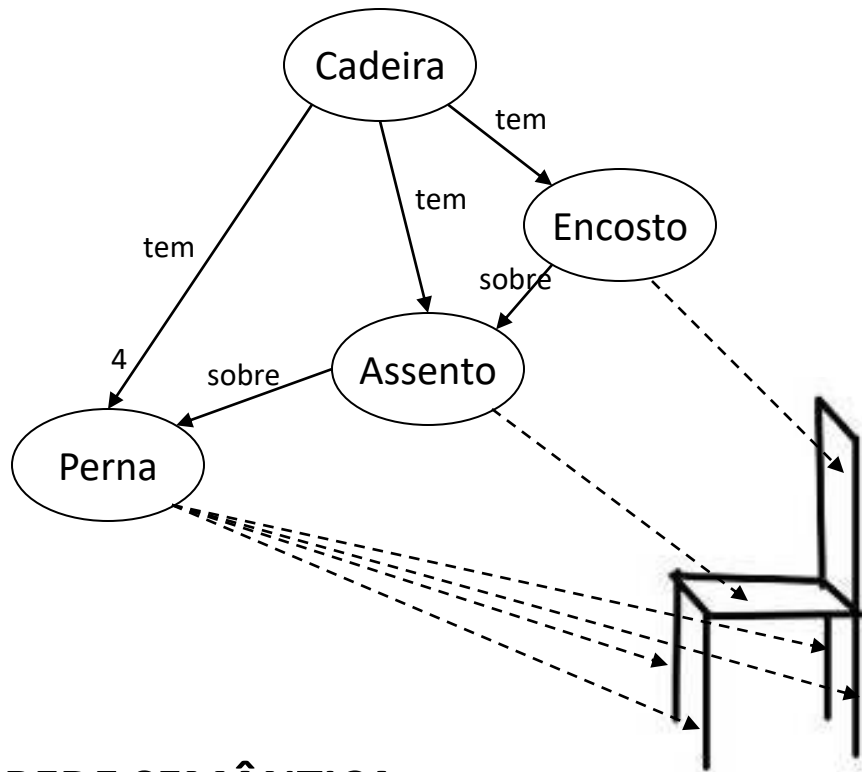


As representações simbólicas não têm **significado intrínseco**, o significado resulta das relações entre estruturas de símbolos, bem como das relações dessas estruturas com as entradas e saídas do sistema (o domínio a que se referem), essa relação é designada *ancoragem simbólica*, pois o significado é referenciado (ancorado) nas observações e conceitos referenciados

ANCORAGEM SIMBÓLICA
(*Symbolic Grounding*)

REPRESENTAÇÃO DE CONHECIMENTO

CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADO ATRAVÉS DE RELACIONAMENTO

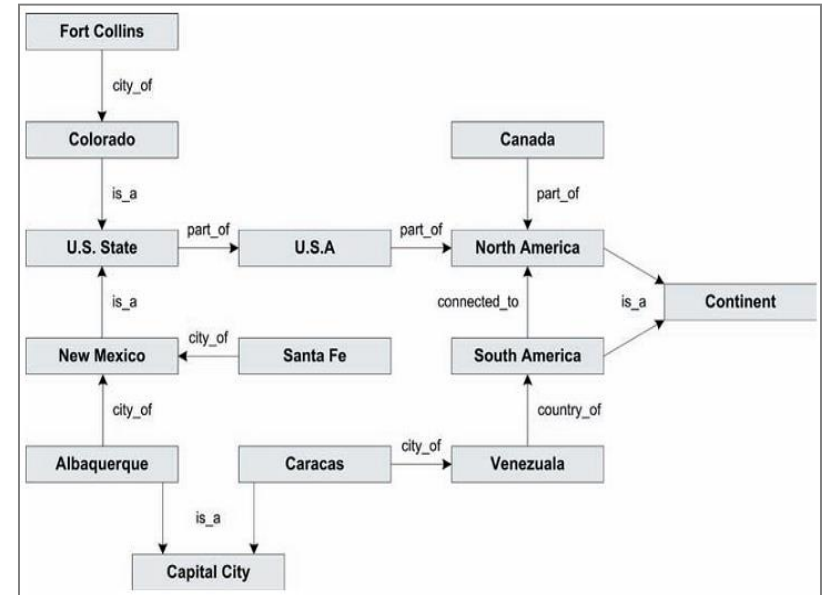


REDE SEMÂNTICA

Modelo de conhecimento, organizado num *grafo* de conceitos inter-relacionados

ONTOLOGIA

Representação do conhecimento referente a um determinado domínio com base nos conceitos e relações entre conceitos desse domínio



Num sistema artificial o significado é construído através de relacionamentos, os quais podem ser representados através de *redes semânticas*, formando *ontologias* de representação do conhecimento relativo a um determinado domínio

Relação: *associação* entre elementos de um ou mais domínios de representação

REPRESENTAÇÃO DE CONHECIMENTO

DADOS, INFORMAÇÃO, CONHECIMENTO

Conhecimento

Conjunto de informação relacionada entre si que possibilita inferência num determinado domínio

NÍVEL DE CONHECIMENTO

Relacionamento Inferência

SISTEMAS INTELIGENTES

Inferência: processo de derivar informação não explícita (*conclusões*) a partir de informação conhecida

Informação

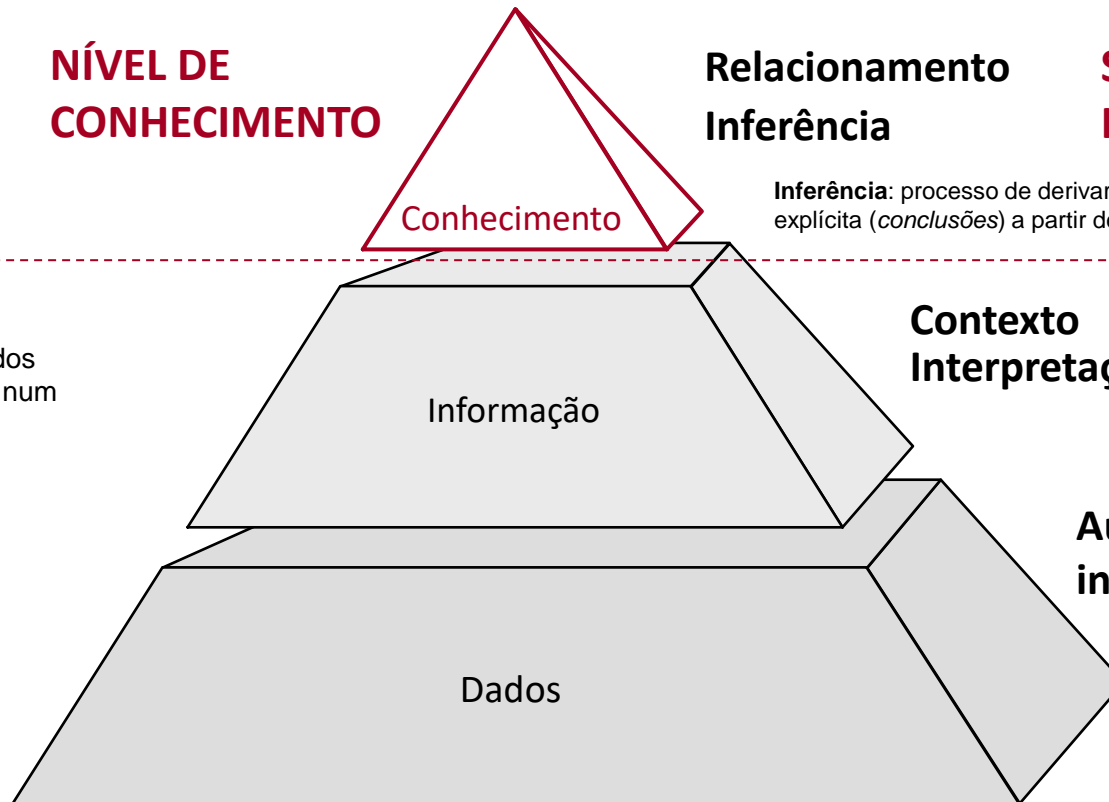
Conjunto de dados estruturados que podem ser interpretados num determinado contexto de interpretação (por exemplo, temperatura do ar)

Contexto Interpretação

Dados

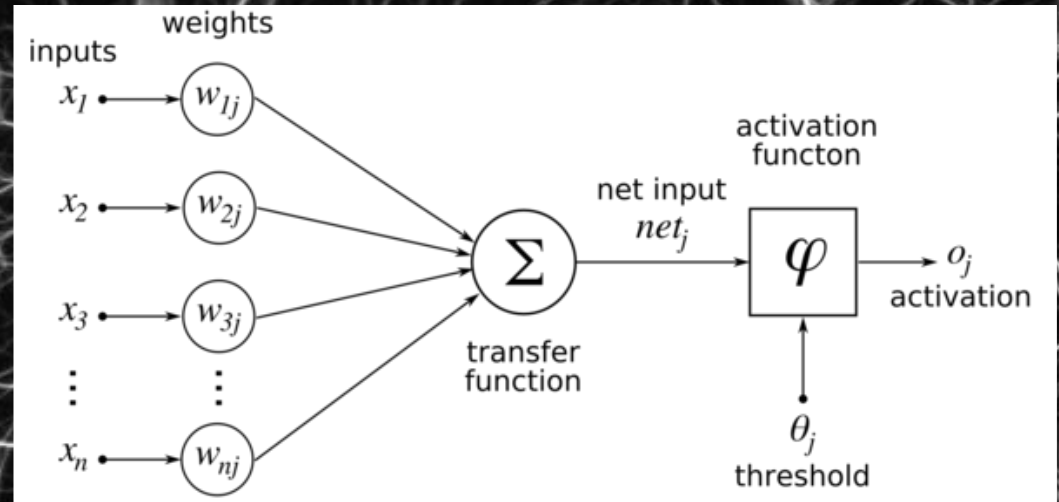
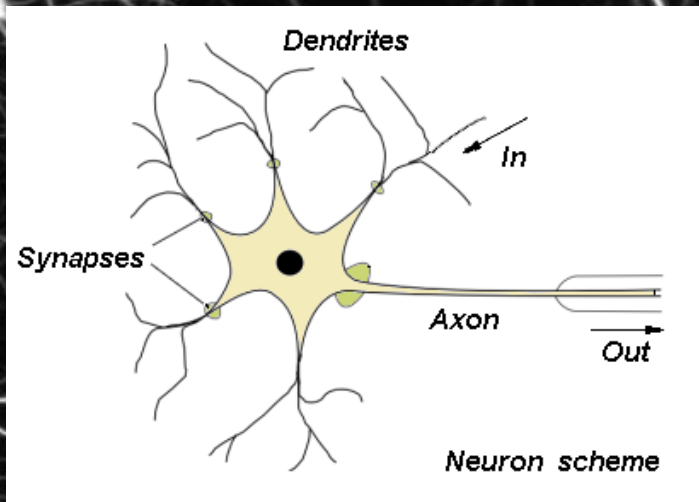
Conjunto de símbolos que representam observações num determinado domínio

Ausência de interpretação



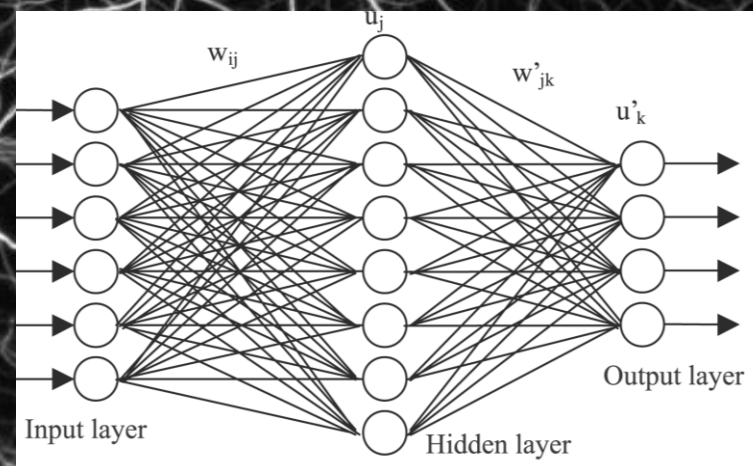
PARADIGMA CONEXIONISTA

NEURÓNIO REDE NEURONAL



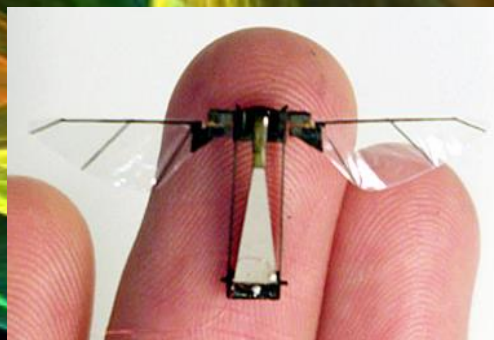
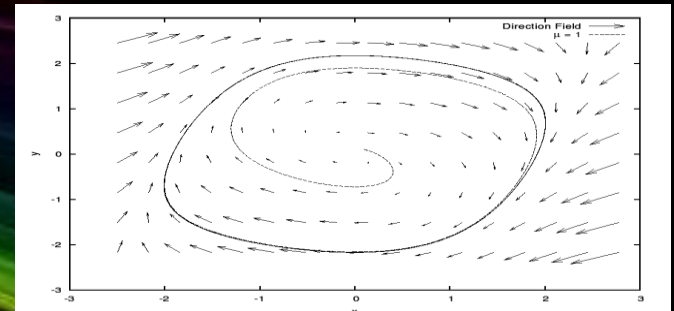
O processamento de informação é baseado em redes de unidades de processamento elementares (designadas neurónios) interligadas entre si, sendo a informação mantida e processada nessas redes de forma distribuída, em particular nas ligações entre neurónios

Inspirado na biologia do sistema nervoso



PARADIGMA COMPORTAMENTAL

AGENTE
INTERACÇÃO
COMPORTAMENTO (EMERGENTE)
VIDA ARTIFICIAL



O processamento de informação é baseado em relações entre estímulos e respostas, modeladas sob a forma de reações e de comportamentos em diferentes escalas de organização

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA SISTEMAS AUTÓNOMOS

Exemplos de algumas aplicações de inteligência artificial para sistemas autónomos (estacionamento automático, logística, distribuição de energia, jogos de computador, robótica, veículos autónomos)



AUTÓNOMO

Do grego *autónomos*, que se governa por leis próprias; independente; autossuficiente; sistema que funciona sem depender de ligação a outro sistema

[Dicionário Porto Editora de Língua Portuguesa]

AUTONOMIA

**CAPACIDADE DE UM SISTEMA OPERAR POR SI PRÓPRIO,
DE MODO INDEPENDENTE DE OUTROS SISTEMAS**

Autónomo \neq Inteligente

Inteligente \Rightarrow Autónomo

AUTONOMIA É UMA CARACTERÍSTICA DA INTELIGÊNCIA

SISTEMA AUTÓNOMO INTELIGENTE

Um sistema autónomo inteligente opera num ciclo realimentado *percepção-processamento-acção*, através do qual é realizado o controlo da função do sistema de modo a concretizar a finalidade desse sistema (por exemplo, manter uma distância mínima a outro veículo)



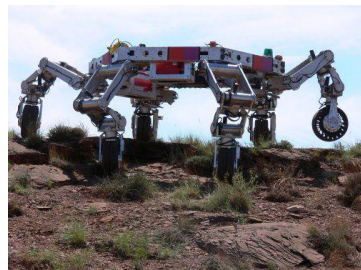
AGENTE INTELIGENTE

Representação computacional de um sistema autónomo inteligente

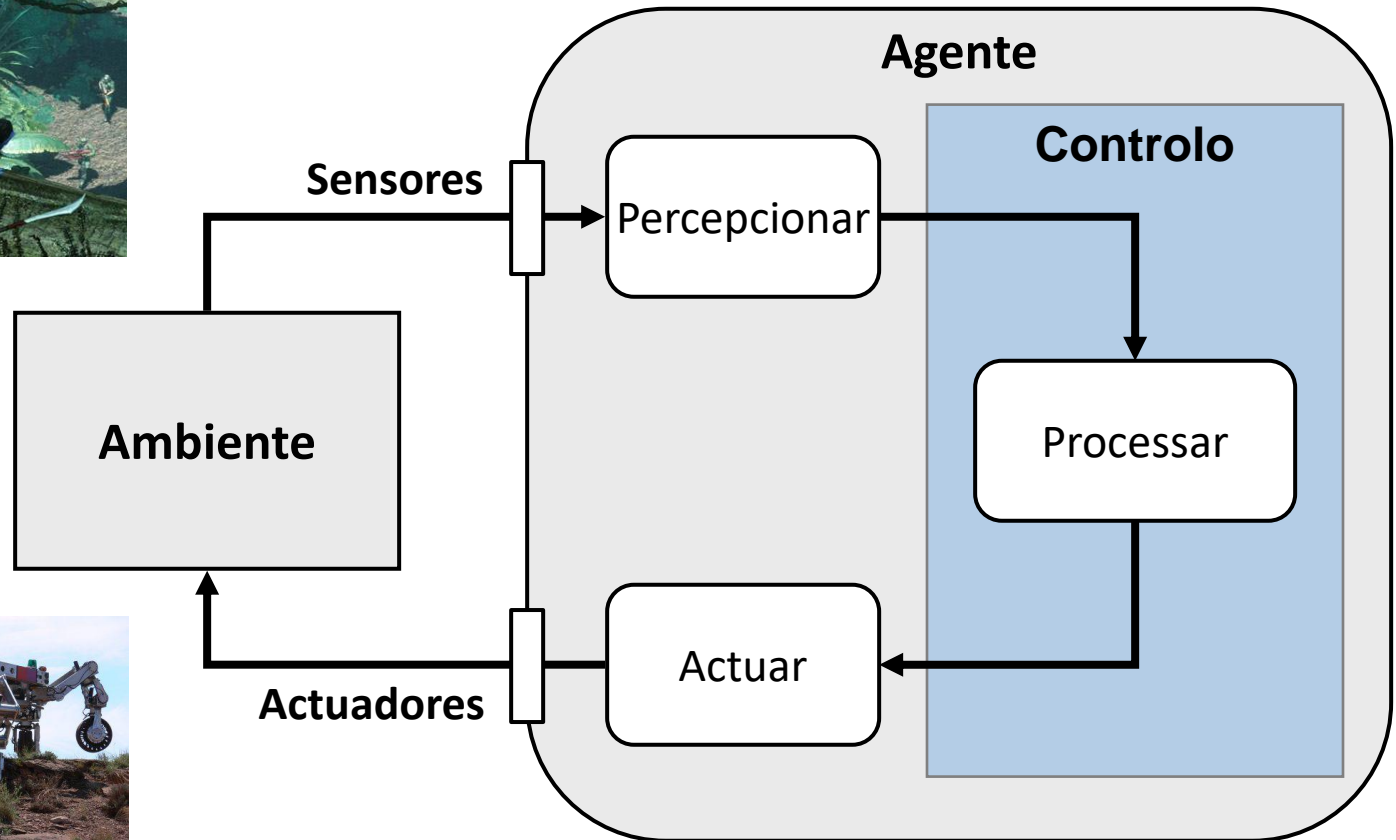
AMBIENTE VIRTUAL



Modelo geral de um agente inteligente, implementa o ciclo *percepção-processamento-acção*



AMBIENTE REAL



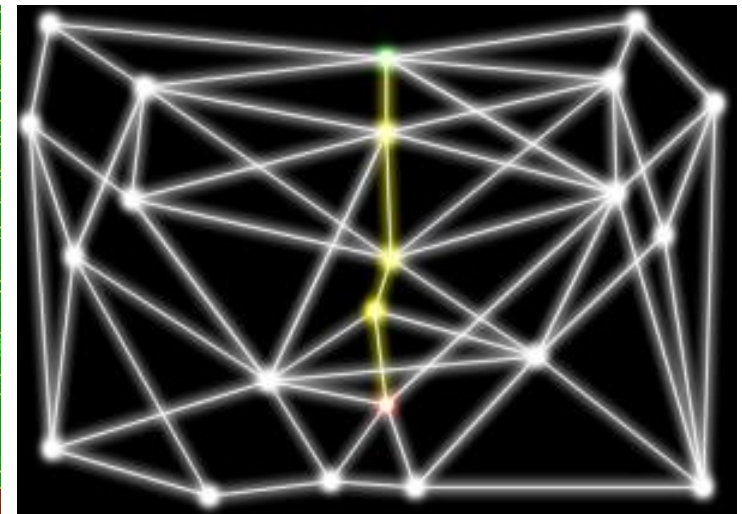
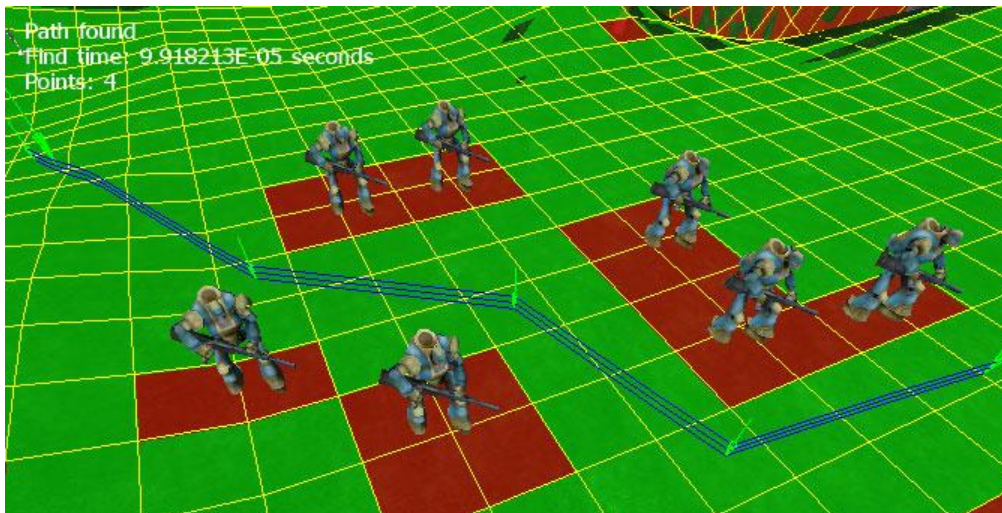
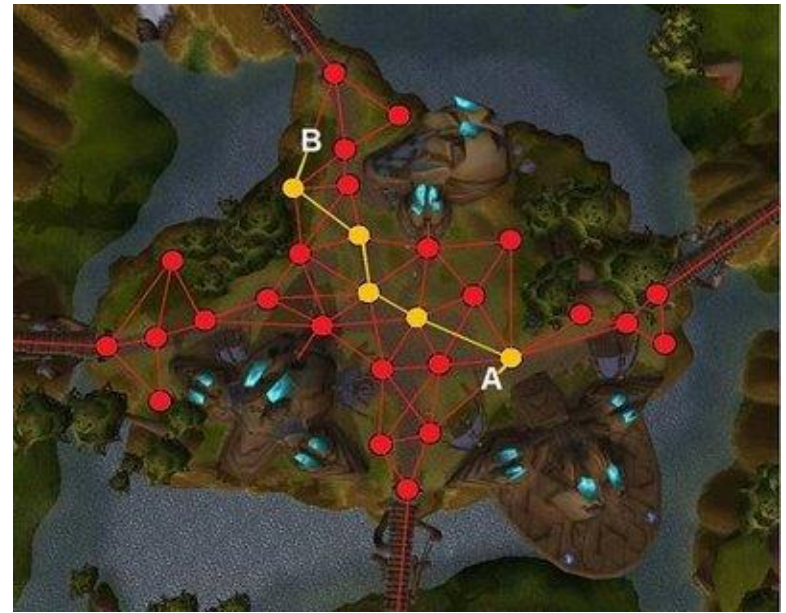
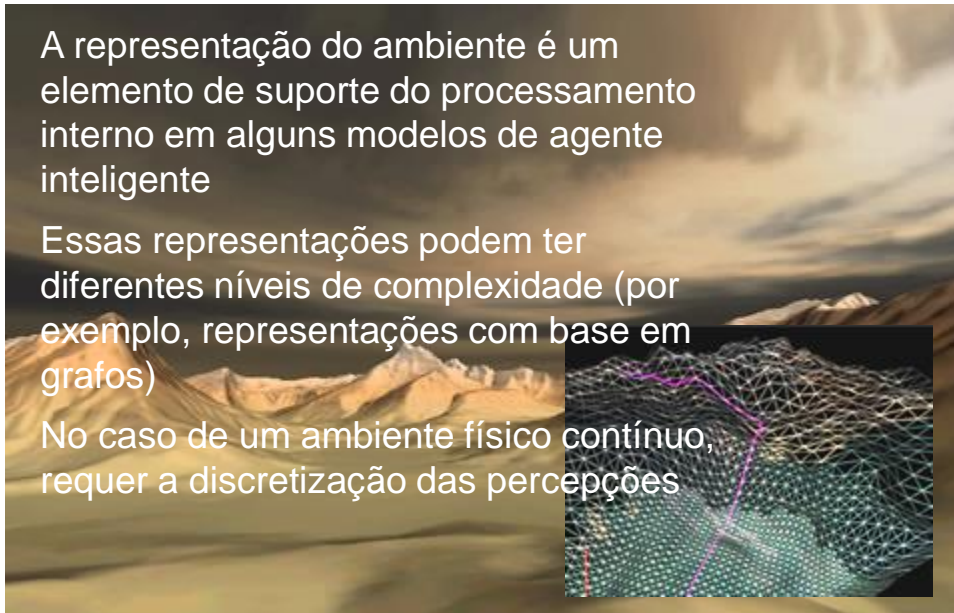
O ambiente pode ser real, com sensores e actuadores físicos, ou pode ser um ambiente virtual

REPRESENTAÇÃO DO AMBIENTE

A representação do ambiente é um elemento de suporte do processamento interno em alguns modelos de agente inteligente

Essas representações podem ter diferentes níveis de complexidade (por exemplo, representações com base em grafos)

No caso de um ambiente físico contínuo, requer a discretização das percepções



PROPRIEDADES DE UM AMBIENTE

- Discreto vs. Contínuo
- Determinístico vs. Estocástico → Com um carácter não completamente determinado ou aleatório
- Estático vs. Dinâmico
- Totalmente vs. Parcialmente observável → Apenas parte da informação está disponível ao agente, por exemplo, informação local
- Agente único vs. Múltiplos agentes

Task Environment	Observable	Agents	Deterministic	Episodic	Static	Discrete
Crossword puzzle	Fully	Single	Deterministic	Sequential	Static	Discrete
Chess with a clock	Fully	Multi	Deterministic	Sequential	Semi	Discrete
Poker	Partially	Multi	Stochastic	Sequential	Static	Discrete
Backgammon	Fully	Multi	Stochastic	Sequential	Static	Discrete
Taxi driving	Partially	Multi	Stochastic	Sequential	Dynamic	Continuous
Medical diagnosis	Partially	Single	Stochastic	Sequential	Dynamic	Continuous
Image analysis	Fully	Single	Deterministic	Episodic	Semi	Continuous
Part-picking robot	Partially	Single	Stochastic	Episodic	Dynamic	Continuous
Refinery controller	Partially	Single	Stochastic	Sequential	Dynamic	Continuous
English tutor	Partially	Multi	Stochastic	Sequential	Dynamic	Discrete

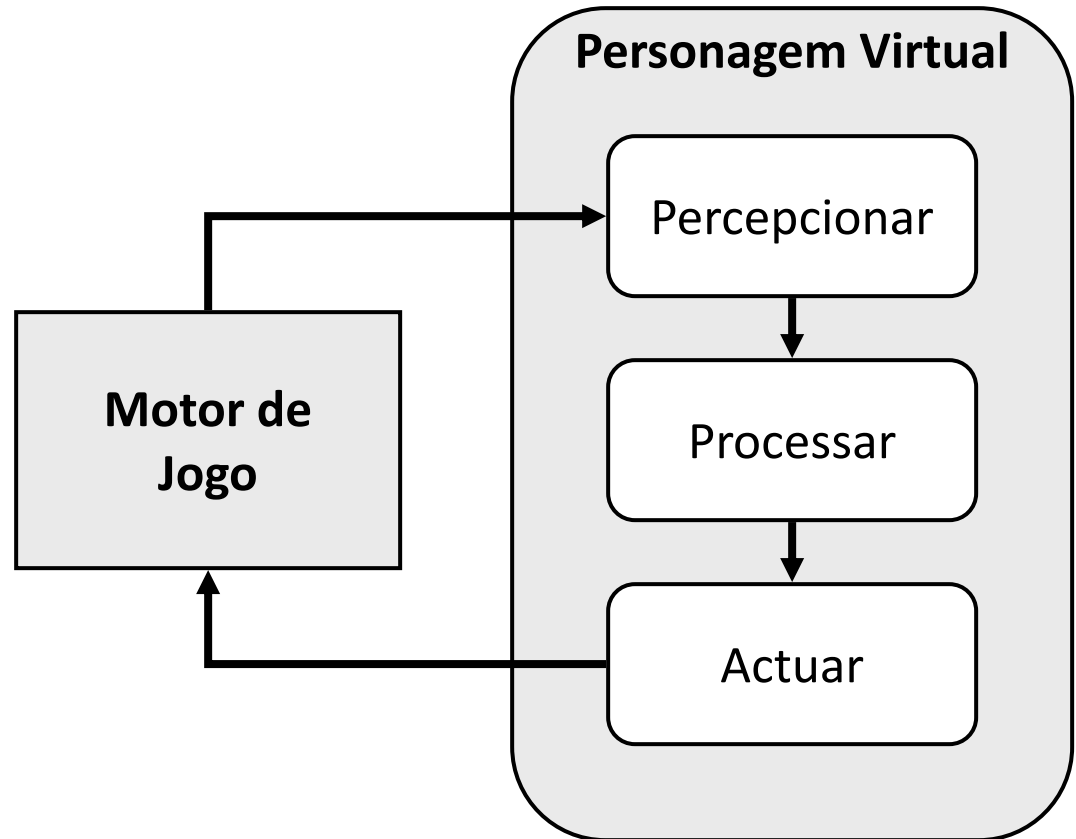
[Russel & Norvig, 2010]

AGENTE INTELIGENTE



Exemplo

Personagem virtual de um jogo de computador modelada como um agente autónomo



AGENTE INTELIGENTE



Características principais, dependentes do tipo de arquitectura de agente

AUTONOMIA

Capacidade de um sistema operar por si próprio, de modo independente de outros sistemas

REACTIVIDADE

Capacidade de um sistema reagir aos estímulos do ambiente

PRÓ-ACTIVIDADE

Capacidade de um sistema tomar a iniciativa de acção em função dos seus objectivos

SOCIABILIDADE

Capacidade de um sistema interactuar e agir em conjunto com outros agentes para concretizar objectivos individuais ou comuns a outros agentes

FINALIDADE

Todas as características de um agente estão associadas à concretização da finalidade do agente, ou seja, do seu propósito, expresso na função que realiza

AGENTES INTELIGENTES

INTELIGÊNCIA

- Propriedade geral da *mente*
- Capacidade de raciocinar, aprender, conhecer, ...

Duas vertentes principais subjacentes
ao conceito de inteligência



COGNIÇÃO

RACIONALIDADE

COGNIÇÃO

- Processo de conhecer
 - É o processo pelo qual um sistema inteligente adquire, processa, armazena e utiliza informação
- A cognição também pode ser caracterizada como uma propriedade global de um agente, expressa através da **capacidade de realizar a acção adequada** dadas as **condições do ambiente**

↓
Cognição relacionada com a racionalidade

RACIONALIDADE

RACIONALIDADE

- **Capacidade de decidir** no sentido de conseguir o **melhor resultado possível** perante os **objectivos** que se pretende atingir
 - Orientada pelo propósito que motiva o sistema
 - Pode ser implícito, por exemplo, sob a forma de associações estímulo-resposta
 - Pode ser explícito, por exemplo, sob a forma de objectivos representados simbolicamente
- Um sistema é **racional** se faz a “***acção certa***” dado o **conhecimento** que possui [Russell & Norvig, 2003]
- Inteligência como sinónimo de racionalidade
 - Perspectiva simbólica ou cognitiva

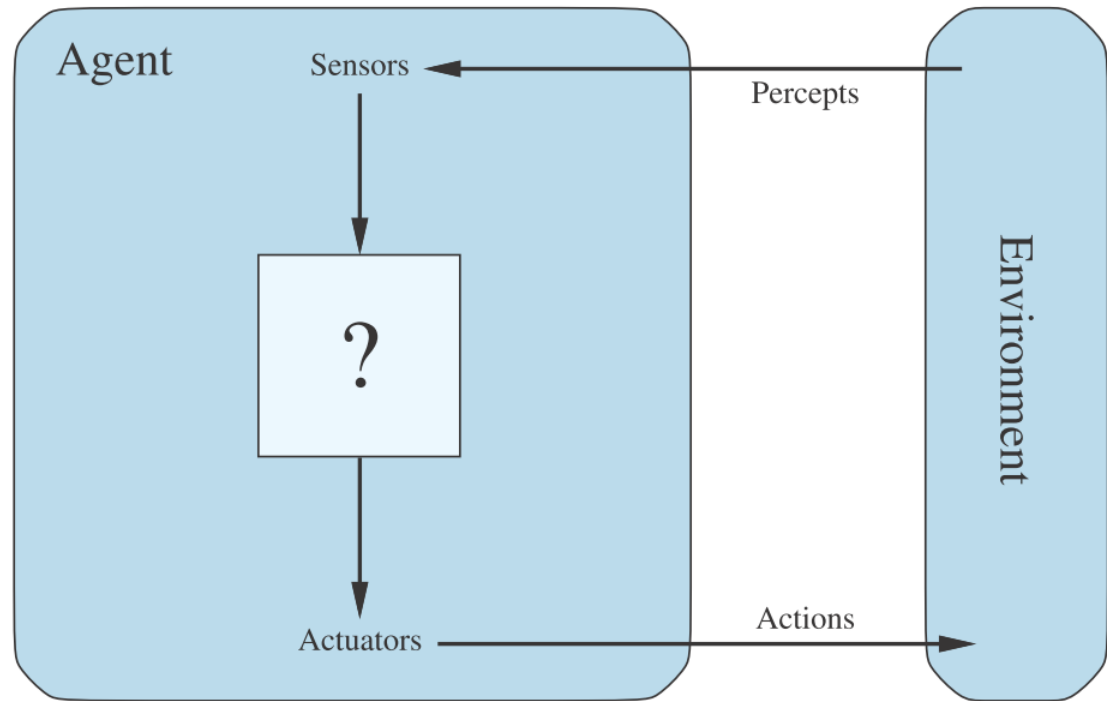
RACIONALIDADE

- O que é um **agente racional**?
 - Um agente que **realiza as acções correctas**
- O que é uma **acção correcta**?
 - Necessário uma ***medida de desempenho***
 - Idealmente objectiva
 - Por exemplo, a quantidade de lixo por limpar...
 - Função do que se pretende (**objectivos**)
 - Expressa de diferentes formas (valor, utilidade, custo)
- Um agente racional **escolhe a acção que maximiza o valor esperado** da ***medida de desempenho*** **dado o conhecimento disponível** sobre o ambiente, percepções e acções

ARQUITECTURAS DE AGENTE

DEFINIÇÃO DA ORGANIZAÇÃO INTERNA DE UM AGENTE

Qual deve ser a organização interna de um agente inteligente (*arquitetura de agente*) para realizar as características que deve apresentar?



[Russel & Norvig, 2010]

ARQUITECTURAS DE AGENTE

FINALIDADE

**MODELO
REACTIVO**
Paradigma
Comportamental

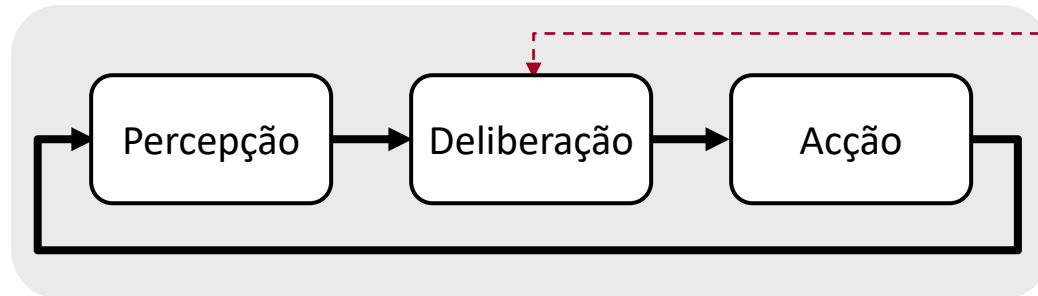


O comportamento do sistema é gerado de forma reactiva, com base em associações entre estímulos (referentes às percepções) e respostas (referentes às acções)

Objectivos implícitos

Nas associações estímulo-resposta

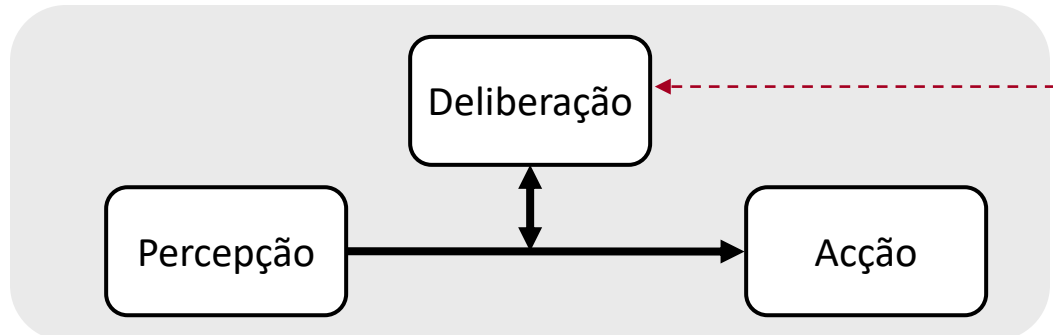
**MODELO
DELIBERATIVO**
Paradigma
Simbólico



O comportamento do sistema é gerado com base em mecanismos de deliberação (raciocínio e tomada de decisão), utilizando representações internas que incluem a representação explícita de objectivos

Objectivos explícitos

**MODELO
HÍBRIDO**



O comportamento do sistema é gerado com base em processamento que integra as vertentes reactiva e deliberativa

Objectivos explícitos

BIBLIOGRAFIA

[Russel & Norvig, 2010]

S. Russell, P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 3rd Edition, Prentice Hall, 2010

[Sloman, 1993]

A. Sloman, *The Mind as a Control System*, In Hookway, C., Peterson, D. (Eds.), *Philosophy and the Cognitive Sciences*, 69-110. Cambridge University Press.

[Hayes-Roth, 1997]

F. Hayes-Roth, *Artificial Intelligence: What Works and What Doesn't?*, AI Magazine, Vol 18, No 2, 1997

[Jennings & Wooldridge, 1998]

N. Jennings, M. Wooldridge, *Applications of Intelligent Agents*, In N. Jennings, M. Wooldridge, (Eds.), *Agent Technology - Foundations, Applications, and Markets*, Springer-Verlag, 1998

[Franklin & Gaesser, 1996]

S. Franklin, A. Gaesser, *Is it an agent, or just a program? A taxonomy for autonomous agents*, in Proc. of 3rd International Workshop on Agent Theories, Architecture and Language, Springer-Verlag, 1996

[Newell, 1990]

A. Newell, *Unified Theories of Cognition*, Harvard University Press, 1990

[Maturana & Varela, 1987]

H. Maturana, F. Varela, *The Tree of Knowledge: The Biological Roots of Human Understanding*, Shambhala Publications, 1987

[Shepherd, 1994]

G. Shepherd, *Neurobiology*, Oxford University Press, 1994